https://www.engcopilot.com/

Reef4 version 4.4.3.1 - Edition 174 - Décembre 2013
Document : NF DTU 45.2 P1-1 (mai 2006) : Travaux d'isolation - Isolation thermique des circuits, appareils et accessoires de - 80 °C à 650 °C - Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques (Indice de classement : P75-402-1-1)

norme française

NF DTU 45.2 P1-1
Mai 2006
P 75-402-1-1

travaux d'isolation

isolation thermique des circuits, appareils et accessoires de - 80 °C à + 650 °C

partie 1-1 : cahier des clauses techniques

assembly work - thermal insulation of circuits, appliances and accessories from - 80 °c à - 650 °c - part 1-1 : contract bill of technical clauses

Implementierungsarbeiten - Wärmedämmung der Rohrleitungen, Geräte und Zubehörteile von - 80 °C to + 650 °C - Teil 1-1 : Technischen vorschriften

Statut

Norme française homologuée par décision du Directeur Général d'AFNOR le 5 avril 2006 pour prendre effet le 5 mai 2006.

Avec la partie 1-2, remplace les normes homologuées NF P 52-306-1 (DTU 65.20), d'octobre 1993 et son amendement A1, d'octobre 2000 et NF P 75-411-1 (DTU 67.1), de mai 1993.

Correspondance

A la date de publication du présent document, il n'existe pas de travaux européens ou internationaux traitant du même sujet.

Analyse

Le présent document concerne les installations de production, de transfert ou de stockage dans lesquelles le fluide est d'une manière permanente à une température nécessitant une isolation thermique. Ce document a pour objet de définir les travaux d'isolation thermique des circuits, appareils et accessoires, il donne les règles de mise en oeuvre et d'entretien correspondantes.

Descripteurs

Thésaurus International Technique : isolation thermique, installation de fluide, installation frigorifique, définition, circuit de fluide, tuyauterie, produit isolant thermique, revêtement de protection, cahier des charges, mise en oeuvre, conditions d'exécution, entretien.

Modifications

Par rapport aux documents remplacés, révision des normes.

Sommaire

Liste des auteurs
Avant-propos commun à tous les DTU
1 Domaine d'application
2 Références normatives
3 Définitions
4 Matériaux
5 Conditions requises à la mise en oeuvre
6 Mise en oeuvre
6.1 Circuits frigorifiques dont la température est comprise entre 0 °C et - 80 °C
6.1.1 Isolation des tuyauteries
6.1.1.1 Isolation par coquilles, douelles
6.1.1.1.1 Parties droites
6.1.1.1.2 Coudes

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

6.1.1.1.3 Isolation des accessoires
6.1.1.2 Isolation par manchons
6.1.2 Isolation des appareils
6.1.2.1 Isolant
6.1.2.2 Pare-vapeur
6.1.2.3 Revêtement
6.1.2.4 Points singuliers
6.1.3 Isolation des réservoirs
6.1.3.1 Isolant
6.1.3.2 Pare-vapeur
6.1.3.3 Revêtement
6.1.3.4 Points singuliers
6.2 Installations dont la température de service est inférieure à la température ambiante et supérieure à 0 °C
6.2.1 Support
6.2.2 Mise en place de l'isolant
6.2.2.1 Jointoyage
6.2.2.2 Maintien
6.2.3 Mise en place du pare-vapeur
6.2.4 Etanchéité à la vapeur d'eau
6.2.5 Mise en place du revêtement de protection
6.2.6 Installation extérieure
6.3 Circuits dont la température est supérieure à la température ambiante jusqu'à 650 °C
6.3.1 Isolation des tuyauteries
6.3.1.1 Armatures
6.3.1.2 Parties droites
6.3.1.3 Coudes
6.3.1.4 Tuyauteries tracées
6.3.2 Isolation des accessoires
6.3.2.1 Généralités
6.3.2.2 Boîtiers rigides
6.3.2.3 Matelas isolants souples préfabriqués
6.3.2.4 Accessoires de contrôle
6.3.3 Isolation des appareils cylindriques
6.3.3.1 Armature support de revêtement
6.3.3.2 Isolant
6.3.3.3 Revêtement
6.3.3.4 Points singuliers
6.3.4 Isolation des appareils non cylindriques
6.3.4.1 Armature support de revêtement
6.3.4.2 Isolant
6.3.4.3 Revêtement
6.3.4.4 Points singuliers
6.3.5 Isolation des réservoirs
6.3.5.1 Armature support de revêtement
6.3.5.2 Isolant
6.3.5.3 Revêtement
6.3.5.4 Points singuliers
7 Mise en service - entretien
Annexe A (informative) Terminologie relative au travail de la tôle
Annexe B (informative) Epaisseurs d'isolation fréquemment utilisées
Annexe C (informative) Notice d'entretien
C.1 Objet
C.2 Généralités
C.3 Intervention sur l'installation
C.4 Dégradations apparentes à la surface du revêtement
C.4.1 Ecrasement de l'isolation
C.4.2 Fissures
C.4.3 Corrosion du revêtement métallique
C.4.4 Joints et arrêts d'isolation
C.5 Matériaux de réparations
C.6 Conclusion

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Membres de la commission de normalisation
Président : M LAMORINIERE
Secrétariat : M CYROT - SNI
MME ANTOINE CSTB

- M :BERRIER SOCOTEC
- BONNET SNI
- CAROFF BNTEC
- CHAZALON TAREC
- CURTENAT SNPA
- DESCREUX SOFRADI
- GAUTIER UCAPLAST
- GROUAS ARIS
- LAMORINIERE PLURISOL
- LAPLACE AQUITAINE ISOL ENTREPRISE
- LARDILLAT SAINT-GOBAIN ISOVER
- LELIEVRE AFF
- LEGALOU TEMATI
- MAKOWSKI PITTSBURGH CORNING FRANCE

MME MOREAU UCF

- M NAUJAC PCC
- NIXON BS COATINGS
- PATIERNO CABINET PATIERNO
- PIERRON E.FU.BA
- RAMBAUD CONSULTANT
- TASSONE SNEFCCA
- THESEE OUEST ISOL

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Avant-propos commun à tous les DTU

Objet et portée des DTU

Un DTU constitue un cahier des clauses techniques **types** applicables contractuellement à des marchés de travaux de bâtiment.

Le marché de travaux doit, en fonction des particularités de chaque projet, définir dans ses documents particuliers, l'ensemble des dispositions nécessaires qui ne sont pas définies dans les DTU ou celles que les contractants estiment pertinent d'inclure en complément ou en dérogation de ce qui est spécifié dans les DTU.

En particulier, les DTU ne sont généralement pas en mesure de proposer des dispositions techniques pour la réalisation de travaux sur des bâtiments construits avec des techniques anciennes. L'établissement des clauses techniques pour les marchés de ce type relève d'une réflexion des acteurs responsables de la conception et de l'exécution des ouvrages, basée, lorsque cela s'avère pertinent, sur le contenu des DTU, mais aussi sur l'ensemble des connaissances acquises par la pratique de ces techniques anciennes.

Les DTU se réfèrent, pour la réalisation des travaux, à des produits ou procédés de construction, dont l'aptitude à satisfaire aux dispositions techniques des DTU est reconnue par l'expérience.

Lorsque le présent document se réfère à cet effet à un Avis Technique ou à un Document Technique d'Application, ou à une certification de produit, le titulaire du marché pourra proposer au maître d'ouvrage des produits qui bénéficient de modes de preuve en vigueur dans d'autres Etats Membres de l'Espace économique européen, qu'il estime équivalents et qui sont attestés par des organismes accrédités par des organismes signataires des accords dits " E. A. ", ou à défaut fournissant la preuve de leur conformité à la norme EN 45011 . Le titulaire du marché devra alors apporter au maître d'ouvrage les éléments de preuve qui sont nécessaires à l'appréciation de l'équivalence.

L'acceptation par le maître d'ouvrage d'une telle équivalence est définie par le Cahier des Clauses Spéciales du présent DTU.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

1 Domaine d'application

Le présent document concerne les installations de production, de transfert ou de stockage dans lesquelles le fluide est d'une manière permanente à une température nécessitant une isolation thermique. Ce document a pour objet de définir les travaux d'isolation thermique des circuits, appareils et accessoires, il donne les règles de mise en oeuvre et d'entretien correspondantes. Les prescriptions contenues dans ce document sont subordonnées au fait que l'entrepreneur (dénommé par la suite " isoleur ") a eu connaissance des informations indiquées à l'article 3 " Consistance des travaux " de la NF DTU 45.2 P2 (CCS) .

Le présent document concerne les installations dont la température est :

- inférieure ou égale à 0 °C jusqu'à - 80 °C, à l'exclusion de celles dont la température est variable dans le temps ou dans lesquelles les essais ou nettoyages entraînent des élévations de température au-dessus de l'ambiance ;
- supérieure à 0 °C et inférieure à la température ambiante, dites installations d'eau glacée. Ces circuits véhiculent, en général, des fluides de climatisation et par extension les circuits suivants :
  - eau de ville,
  - eau industrielle,
  - descentes d'eaux pluviales intérieures aux bâtiments,
  - éventuellement aux circuits d'air comprimé.
- supérieure à la température ambiante et jusqu'à + 650 °C.

Ne sont pas visés dans le présent document :

- les installations à températures cycliques,
- l'isolation par injection,
- les installations soumises aux vibrations,
- les équipements mobiles.

Le présent document est applicable dans toutes les zones climatiques ou naturelles françaises à l'exclusion des zones à climat tropical ou équatorial.

> NOTE
> Le domaine d'application ne couvre donc pas les départements de la Guadeloupe, de la Martinique, de la Guyane et de la Réunion.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

NF E 86-303
Installations industrielles - Isolation thermique des appareils chaudronnés - Support de revêtement.
NF DTU 45.2 P2
Isolation thermique des circuits, appareils et accessoires de - 80 °C à + 650 °C - Partie 2 : Cahier des clauses spéciales.
NF DTU 45.2 P1-2
Isolation thermique des circuits, appareils et accessoires de - 80 °C à + 650 °C - Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux.
NF ISO 2528
Produits en feuilles - Détermination du coefficient de transmission de la vapeur d'eau - Méthode (de la capsule) par gravimétrie .
Règles NV 65
Règles définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions (DTU P 06-002).

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

3 Définitions

Pour les besoins de la présente norme, les définitions suivantes s'appliquent :

3.1 aiguille et plaquette à serrage rapide

système de fixation du matériau isolant comprenant des aiguilles soudées ou collées sur la surface à isoler. Les aiguilles traversent le matériau isolant qui est maintenu par une plaquette de serrage rapide

3.2 aiguilleté

panneau ou rouleau de laine minérale sans liant où la cohésion est assurée par aiguilletage

3.3 appareil

la notion " appareil " comprend les colonnes, les ballons, les échangeurs, etc. Les tuyauteries de diamètre supérieur à 1 000 mm sont assimilées à des appareils

3.4 attache à levier

grenouillère, attache-capot, loqueteau ou sauterelle avec boucle de rappel. Système articulé à excentrique assurant l'assemblage par serrage des parties démontables

3.5 bloc

isolant thermique, rigide, destiné à la fabrication des pièces de forme

3.6 boîtier

élément de revêtement de protection fixe ou démontable, en deux parties ou plus, enveloppant un accessoire d'installation

3.7 bourre

laine minérale en vrac

3.8 bourrelet

produit en laine minérale, en forme de corde et enserré dans un réseau de fils métalliques entrecroisés

3.9 cale isolante

matériau isolant mince et rigide interposé entre deux éléments métalliques afin d'assurer une rupture du pont thermique

3.10 capot

élément de revêtement de protection, fixe ou démontable, en deux parties ou plus

3.11 chape/agrafe

étrier métallique maintenant en place le feuillard

3.12 coquille

élément isolant de forme cylindrique ou demi cylindrique fendu sur une ou deux génératrices

3.13 douelle

segment isolant curviligne ou trapézoïdal

3.14 entretoise isolante

élément isolant maintenant l'écartement entre la tuyauterie ou l'appareil et le revêtement, et transmettant les charges de l'objet à isoler au support ou les charges du revêtement à l'objet à isoler

3.15 feutre

laine minérale encollée souple, présentée sous forme de rouleaux

3.16 fluide

tout corps liquide ou gazeux

3.17 manchon

isolant thermique souple, préformé en éléments tubulaires

3.18 nappe

laine minérale revêtue d'un grillage métallique ou d'une feuille d'aluminium renforcé

3.19 panneau

plaque isolante souple, rigide ou semi-rigide de forme parallélépipède rectangle. Les panneaux de fortes épaisseurs sont appelés " blocs "

3.20 plaque

panneau de grandes dimensions et de faibles épaisseurs

3.21 produit pulvérulent

matériau isolant se présentant sous forme de poudre ou de granule

3.22 subjectile

élément à isoler tel que tuyauterie, gaine, conduit, équipement, appareil

3.23 support

structure d'appui des tuyauteries et appareils

3.24 températures limites d'emploi

valeurs extrêmes de la plage de températures dans laquelle le matériau isolant peut-être utilisé (se référer aux fiches techniques des fabricants)

3.25 température de service

température du fluide véhiculé ou stocké dans l'installation à retenir pour définir le système d'isolation

Terminologie relative au travail de la tôle. Voir tableau Annexe A (informative).

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

4 Matériaux

Les matériaux sont choisis parmi ceux répondant à la NF DTU 45.2 P1-2.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

5 Conditions requises à la mise en oeuvre

Les données techniques essentielles à transmettre à l'isoleur sont les températures de service et la nature des fluides.

> NOTE
> L'annexe A de la NF DTU 45.2 P2 donne des indications pour la rédaction des documents particuliers du marché (DPM).

La mise en place de l'isolation ne peut s'effectuer qu'après l'épreuve sous pression de l'installation et la reconnaissance des réseaux.

Les parties à isoler sont propres, dégraissées, séchées et ont reçu un traitement anti-corrosion compatible avec le système d'isolation mis en oeuvre, si elles ne sont pas protégées par nature.

L'espace libre autour des parties à isoler doit permettre l'intervention de l'isoleur. Les écartements entre les parties à isoler et les parois ou entre les parties à isoler et le sol, ainsi qu'entre-elles, sont en général au minimum, isolation finie :

- pour les circuits, 100 mm correspondant au passage d'une main ;
- pour les appareils, 1 mètre correspondant à la mise en place d'un échafaudage lorsqu'il est nécessaire, 0,50 mètre dans le cas contraire.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

6 Mise en oeuvre

6.1 Circuits frigorifiques dont la température est comprise entre 0 °C et - 80 °C

6.1.1 Isolation des tuyauteries

6.1.1.1 Isolation par coquilles, douelles

6.1.1.1.1 Parties droites

a. Isolant

Les coquilles, douelles sont collées ou enduites intérieurement et posées jointives.

Le collage, l'enduction et le jointoyage des éléments entre eux sont assurés par l'application d'un mastic permanent ou d'un adhésif compatible avec la température de fonctionnement de l'installation, la nature du matériau isolant et le traitement anticorrosion.

Dans le cas de multicouches, les joints longitudinaux et circonférentiels sont décalés et jointoyés, chaque couche étant fixée au moyen de cerclages en feuillards métalliques ou plastiques ou de rubans adhésifs armés à raison de :

- deux fixations au minimum par élément inférieur à 1 mètre de longueur,
- trois fixations au minimum par élément compris entre 1 mètre et 1,20 mètre de longueur.

L'écartement maximal entre fixations est limité à 0,50 mètre.

b. Pare-vapeur

La continuité du pare-vapeur est assurée en tout point de la surface extérieure de l'isolant mis en oeuvre.

Les enduits sont appliqués en deux couches minimum avec interposition d'une toile de verre ou polyester. Ils peuvent être utilisés comme revêtement final.

Les lés d'armature des enduits doivent être posés avec recouvrement.

c. Revêtement

1. Métallique

Les tôles sont découpées aux dimensions voulues, pré-percées, formées et moulurées. Les épaisseurs à utiliser sont indiquées au tableau 1 ci-dessous :

- Assemblage longitudinal

  Le joint longitudinal est assemblé, par vis ou rivets en vérifiant que le pare-vapeur a été protégé pour éviter sa perforation lors de l'assemblage, ou par cerclage au moyen de feuillard métallique ou plastique.

  L'espace maximal entre fixation est de 250 mm. Il est prévu une fixation aux extrémités de chaque élément, hors recouvrement.

- Recouvrements

  Les recouvrements sont disposés de la façon suivante :

- Installation extérieure

  Le recouvrement longitudinal minimal est de 30 mm.

  Sur les tuyauteries horizontales, le recouvrement longitudinal ne doit pas se trouver dans un secteur de 30° de part et d'autre de la génératrice supérieure de la tuyauterie (sauf impossibilité physique). Sur les tuyauteries verticales, le sens de recouvrement longitudinal est placé à l'opposé de la direction des pluies dominantes.

  Le recouvrement circonférentiel est de 30 mm, il peut s'effectuer moulure dans moulure jusqu'à un développement de 500 mm.

- Installation intérieure

  Le recouvrement longitudinal s'effectue comme pour l'installation extérieure.

  Le recouvrement circonférentiel peut s'effectuer moulure dans moulure

Développé extérieur du revêtement (mm)	**Acier galvanisé ou aluminié**	**Aluminium**	**Duralinox**	**Acier inoxydable**
Inférieur à 500 mm	55/100	6/10	6/10	4/10
501 à 1 000 mm	63/100	8/10	6/10	4/10
Supérieur à 1 000 mm	75/100	10/10	8/10	5/10

Tableau 1 - Epaisseurs des tôles

2. Enduit plastique ou bitumineux

L'enduit est armé d'une toile de verre ou polyester. Les arrêts d'isolation sont protégés.

Les enduits bitumineux ne sont pas utilisables en extérieur.

3. Composite polyester/verre

Ce revêtement est constitué d'un complexe résine/tissu ou mat de verre revêtu d'un gel coat exécuté in situ.

4. Feuille PVC

Les feuilles PVC ne sont pas utilisables en extérieur.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Les feuilles sont découpées en éléments correspondants aux dimensions voulues, en prévoyant un recouvrement longitudinal et circonférentiel d'au moins 30 mm.

La fixation doit s'effectuer soit :

- par agrafage,
- par rivets en vérifiant que le pare-vapeur a été protégé pour éviter sa perforation lors de l'assemblage,
- par ruban adhésif,
- par collage.

d. Points singuliers

1. Arrêts d'isolation

   Aux arrêts d'isolation, le pare vapeur est rabattu sur la tranche de l'isolant et raccordé à la tuyauterie.

2. Supports

   Les supports de tuyauterie (ou les pendards) sont séparés de la tuyauterie par une entretoise isolante définie par le maître d'ouvrage ou le maître d'oeuvre en fonction des charges à supporter.

   L'épaisseur hors tout est équivalente à celle de l'isolation en place.

   L'entretoise dépasse longitudinalement de part et d'autre du support afin de faciliter le raccordement avec le matériau isolant et le pare vapeur.

   L'entretoise comprend la protection de l'isolant conformément aux articles 6.1.1.1.1 isolant.

   > NOTE
   > Selon la nature de l'entretoise isolante, la performance de l'isolation sera différente de celle de la partie courante.

3. Joints de contraction

   Lorsque la nature du système d'isolation et la température l'exigent, il y a lieu de prévoir des joints de contraction au droit desquels la continuité du pare-vapeur doit être assurée.

4. Traversées de parois

   Le système isolant de la tuyauterie doit être continu dans la traversée de parois.

6.1.1.1.2 Coudes

a. Isolants

Les coudes sont isolés par :

- coquilles ou douelles découpées en segments au gabarit de la courbure,
- coudes préfabriqués.

La mise en place est assurée comme pour l'isolation des parties droites. Chaque segment est fixé par au moins un cerclage.

b. Pare-vapeur

Le pare-vapeur est exécuté conformément aux prescriptions du paragraphe 6.1.1.1.1 .

c. Revêtement

Le revêtement métallique est réalisé à partir d'éléments qui sont soit tracés découpés et roulés soit emboutis soit repoussés.

- L'assemblage longitudinal s'effectue comme indiqué dans le paragraphe 6.1.1.1 ,
- L'assemblage circonférentiel s'effectue moulure dans moulure pour les développés sur isolation inférieurs ou égaux à 500 mm. Pour les développés supérieurs, un recouvrement de 15 mm minimum sera respecté. Le montage des segments doit être effectué dans le sens de la goutte d'eau.

6.1.1.1.3 Isolation des accessoires

a. Généralités

Sont classés parmi les accessoires :

- les brides,
- la robinetterie,
- les filtres,
- les clapets.

Les accessoires sont intégrés dans une isolation continue telle que décrite ci-après en laissant libre accès aux organes de manoeuvre.

b. Isolant

L'isolation est réalisée suivant la même technique que celles des tuyauteries et de même épaisseur (épaisseur prise au-dessus des brides). La surépaisseur, par rapport à l'épaisseur de la tuyauterie adjacente, est prolongée de part et d'autre des brides d'une longueur égale à la surépaisseur.

c. Pare-vapeur

Le pare-vapeur est exécuté conformément aux prescriptions du paragraphe 6.1.1.1.1 .

d. Revêtement métallique

Les boîtiers en deux ou plusieurs éléments assemblés par vis, rivets ou par attaches à levier sont réalisés en tôle d'épaisseur au moins équivalente à celle de l'isolation de la tuyauterie adjacente.

Leur mise en place est réalisée conformément au paragraphe 6.1.1.1.1 c1 du présent document.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

6.1.1.2 Isolation par manchons

a. Collage : Les manchons élastomères sont collés, aux extrémités, à la tuyauterie sur une longueur de 10 à 20 cm suivant l'épaisseur ;
b. Jointoyage : La mise en place de bande isolante autocollante circonférentielle et longitudinale est indispensable.

6.1.2 Isolation des appareils

Les conduits de section rectangulaire sont considérés comme des appareils.

6.1.2.1 Isolant

La mise en oeuvre de l'isolant est exécutée conformément aux prescriptions du paragraphe 6.1.1.1.1 . Les fonds, brides de corps, trous d'homme, cônes peuvent être isolés par des éléments préformés.

6.1.2.2 Pare-vapeur

Le pare-vapeur est exécuté conformément aux prescriptions du paragraphe 6.1.1.1.1 .

6.1.2.3 Revêtement

a. Métallique
   1. Généralités
      Les épaisseurs minimales de tôle sont celles indiquées au tableau 1 (paragraphe 6.1.1.1.1 c) .
   2. Virole ou partie cylindrique
      Les tôles sont découpées aux dimensions voulues puis roulées et moulurées.
      Les recouvrements minimaux sur génératrices et directrices sont de 30 mm.
      Les joints sont assemblés par vis ou rivets en vérifiant que le pare-vapeur a été protégé pour éviter sa perforation lors de l'assemblage.
      L'espace minimal entre points de fixation est de 250 mm.
      Les recouvrements sont exécutés de façon à éviter les entrées d'eau.
   3. Fond
      Sauf prescription contraire indiquée au Document Particulier du Marché, la forme du revêtement est la forme du fond.
      Les tôles sont tracées suivant épure, découpées, roulées et moulurées et fixées par rivets ou vis comme indiqué ci-dessus.
      Les recouvrements minimaux sont de 30mm entre tranches.
b. Enduits plastiques et bitumineux
   L'enduit est armé d'une toile de verre ou polyester. Les arrêts d'isolation sont protégés.
   Les enduits bitumineux ne sont pas utilisables en extérieur.
c. Composite polyester/verre
   Ce revêtement est constitué d'un complexe résine/tissu ou mat de verre revêtu d'un gel coat exécuté in situ.

6.1.2.4 Points singuliers

a. Plaque et timbre
   La plaque signalétique ou le timbre du service des mines, soudés sur l'appareil, sont repérés sur l'isolation finie.
b. Support
   1. Berceau
      L'appareil est séparé du berceau par une entretoise isolante. Si l'appareil est directement posé sur le berceau celui-ci est isolé de la même façon que l'appareil et séparé de son socle par une cale isolante.
   2. Pieds
      Si l'appareil repose sur des pieds, ceux-ci sont isolés de la même façon que l'appareil et sont séparés de leur socle par une cale isolante.
   3. Jupe
      Si l'appareil repose sur une jupe, celle-ci est isolée de la même façon que l'appareil, sur ses faces externe et interne.

6.1.3 Isolation des réservoirs

6.1.3.1 Isolant

Les panneaux isolants sont posés jointifs. Le jointoyage des éléments entre eux est assuré par l'application d'un mastic permanent.

Dans le cas de pose multicouche, les joints sont décalés.

La fixation des panneaux isolants est assurée par collage.

Les mastics et adhésifs mis en oeuvre doivent être compatibles physiquement et chimiquement avec le matériau isolant et le traitement anticorrosion et adaptés aux conditions de services.

6.1.3.2 Pare-vapeur

La continuité du pare-vapeur est assurée en tout point de la surface extérieure de l'isolant mise en oeuvre.

Les enduits sont appliqués en deux couches minimum avec interposition d'une toile de verre ou polyester. Ils peuvent être utilisés comme revêtement final.

Les lés d'armature des enduits doivent être posés avec recouvrement.

6.1.3.3 Revêtement

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Le revêtement est réalisé :

- soit en tôles planes ou nervurées fixées sur les ceintures. L'assemblage des rangées successives de tôles tient compte des phénomènes de dilatation,
- soit par enduit.

a. Virole ou partie cylindrique

Tôles planes

Les tôles lisses sont découpées aux dimensions voulues, percées, roulées et moulurées.

Les recouvrements minimaux sur génératrices et directrices sont de 50 mm.

Les tôles sont assemblées par vis ou rivets.

L'espace maximal entre points de fixation est de 250 mm.

Les recouvrements sont exécutés de façon à éviter les entrées d'eau.

Tôles nervurées

Le recouvrement des ondes verticales tient compte du vent dominant.

Le recouvrement longitudinal est d'au moins une onde et s'obtient par superpositions des nervures de rive de deux profils contigus.

Les fixations sont placées en fond d'onde, en fonction du profil avec au minimum cinq fixations par tôles en partie haute et basse et trois fixations sur les ceintures intermédiaires.

Le recouvrement transversal est d'au moins 100 mm.

Revêtement par enduit plastique ou bitumineux

Voir paragraphe 6.1.3.2

b. Toit

1. Tôles planes

   Le revêtement est réalisé en tôles planes découpées suivant épure et disposé radialement.

   Les tôles sont séparées de l'armature par un matériau de rupture de pont thermique défini dans le CGCM.

   La fixation des tôles sur l'armature s'effectue par vis auto-taraudeuses munies de rondelles d'étanchéité disposées tous les 150 mm. Les tôles sont fixées entre elles par vis avec rondelles d'étanchéité ou rivets écartés tous les 150 mm. Le recouvrement circonférentiel minimal est de 200 mm avec double cordon d'étanchéité pour les pentes inférieures à 25 cm/m (voir figure 8).

   Pour les toits plats et coniques, les tôles sont assemblées par agrafage debout de 25 mm de hauteur (voir Annexe A - figures 22.1/22.2).

   Pour les toits bombés, les tôles sont assemblées suivant figure 21.2 de l'annexe A , le recouvrement est de 50 mm minimum avec interposition de mastic d'étanchéité.

2. Revêtement par enduit

   Voir paragraphe 6.1.3.2 . L'enduit est armé d'une toile de verre ou polyester.

6.1.3.4 Points singuliers

a. Liaison toit-virole

   Le complexe isolant/pare-vapeur doit être continu au droit de la liaison.

b. Fond

   L'isolation du fond du réservoir est définie par le constructeur du réservoir.

c. Trous d'homme, trous de poing

   Ils sont isolés.

d. Pénétrations

   L'isolation du réservoir et celle des éléments pénétrants (supports, piquages) doivent être jointives. L'étanchéité du pare-vapeur à la liaison isolant/métal est assurée par le rabat du pare-vapeur et/ou par une collerette étanche.

6.2 Installations dont la température de service est inférieure à la température ambiante et supérieure à 0 °C

6.2.1 Support

Un matériau isolant, de résistance mécanique adaptée à la charge à supporter et compatible thermiquement avec la nature de l'isolant mis en oeuvre, est utilisé pour la fabrication des entretoises.

Selon la nature de la cale isolante, la performance thermique de l'isolation sera au moins égale à celle de la partie courante.

6.2.2 Mise en place de l'isolant

6.2.2.1 Jointoyage

Les surfaces des matériaux isolants en contact avec le subjectile ainsi que les joints sont enduits de mastic permanent.

L'application d'une bande grasse sur le subjectile limite l'enduction aux joints.

Les manchons élastomères sont collés à la tuyauterie à leurs extrémités sur une longueur de 10 à 20 cm suivant l'épaisseur.

Les manchons et plaques élastomères sont jointoyés par des bandes isolantes élastomères autocollantes circonférentielles et longitudinales.

6.2.2.2 Maintien

Le maintien des éléments isolants entre-eux est assuré par des bandes adhésives armées, disposées circonférentiellement.

6.2.3 Mise en place du pare-vapeur

Le pare-vapeur en face externe de l'isolant est indispensable et sa mise en oeuvre doit être particulièrement soignée.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Pour le polystyrène extrudé, en cas de mise en oeuvre de pare-vapeur solvanté, il faut impérativement s'assurer auprès du fabricant de la compatibilité du produit avec le matériau isolant.

Dans le cas d'utilisation à base de laine minérale ou de verre cellulaire, une étude spécifique sera faite.

Le pare-vapeur doit être armé de toile de verre ou polyester.

La continuité du pare-vapeur est assurée en tout point de la surface extérieure de l'isolant mis en oeuvre.

6.2.4 Etanchéité à la vapeur d'eau

Le coefficient de transmission de la vapeur d'eau doit être inférieur à 1 gramme par m² par 24 heures dans les trois conditions d'essai définies dans la norme NF ISO 2528 :

- A : à 25 °C et 90 % HR
- B : à 38 °C et 90 % HR
- C : à 25 °C et 75 % HR

6.2.5 Mise en place du revêtement de protection

Une protection mécanique de l'isolant est mise en oeuvre sur les circuits extérieurs ou dans les zones où l'isolant peut-être détérioré.

Toutes les dispositions sont prises pour éviter la perforation du pare-vapeur lors de la mise en place du revêtement.

Dans certains cas et sous réserve d'assurer la continuité telle que décrite au 6.2.3 , le revêtement peut assurer la fonction pare-vapeur.

6.2.6 Installation extérieure

Pour les installations situées en extérieur, le revêtement résiste aux U.V. et est étanche aux intempéries.

6.3 Circuits dont la température est supérieure à la température ambiante jusqu'à 650 °C

Les ponts thermiques sont réduits au minimum. Les matériaux isolants sont mis en place de façon à ce que ne puissent s'établir des courants de convection entre la surface isolée et le matériau isolant.

Le respect des exigences énoncées dans cet article conditionne l'obtention des flux thermiques.

6.3.1 Isolation des tuyauteries

Chaque tuyauterie est isolée individuellement, sauf cas particuliers de nappes de tuyauteries fonctionnant à une même température.

Le matériau isolant doit être protégé par un revêtement s'il n'assure pas lui-même cette fonction.

Au-delà de 1 mètre de diamètre, les tuyauteries sont assimilées à des appareils et traitées comme tels (voir paragraphe 6.3.3).

6.3.1.1 Armatures

Tuyauteries verticales

Des entretoises sont mises en place tous les 5 mètres pour éviter le glissement du matériau isolant (voir figures 4 et 5).

Tuyauteries horizontales

En fonction du système d'isolation ou des documents particuliers du marché (D.P.M.),... les charges inhérentes au revêtement devront être reprises par des entretoises conçues de façon à limiter les ponts thermiques (voir figures 4 et 5).

6.3.1.2 Parties droites

a. Isolants
   1. Isolation par coquilles ou douelles

      Les coquilles et douelles sont posées jointives.

      Chaque couche est fixée au moyen de feuillards métalliques ou plastiques ou de rubans adhésifs, ou tout autre ligature n'endommageant pas le matériau isolant.

      L'écartement maximal entre chaque ligature est limité à 0,50 m.

      Les éléments de longueur :

      - inférieure à 1 m sont maintenus par deux fixations,
      - de 1 m ou 1,20 m sont maintenus par trois fixations.

      Dans le cas de multicouches, les joints longitudinaux et circonférentiels sont décalés.

      Le feuillard métallique est soit galvanisé, soit inoxydable, soit aluminium suivant le système d'isolation utilisé.

      Le joint longitudinal ne doit pas coïncider avec la génératrice supérieure des tuyauteries horizontales.
   2. Isolation par nappes

      Les nappes sont ajustées aux dimensions des tuyauteries.

      Les nappes sont jointives.

      Chaque couche est fixée au moyen de feuillard métallique ou de ruban adhésif

      L'écartement maximal entre chaque ligature est limité à 0,50 m.

      Les éléments de longueur :

      - inférieure à 1 m sont maintenus par deux fixations,
      - de 1 m à 1,20 m sont maintenus par trois fixations.

      Dans le cas de multicouches, les joints longitudinaux et circonférentiels sont décalés.

      Le joint longitudinal ne doit pas coïncider avec la génératrice supérieure des tuyauteries horizontales.

      Pour les nappes grillagées, les joints longitudinaux sont :

      - soit cousus avec du fil métallique de même nature que les grillages,

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

- soit crochetés.

3. Isolation par mousse élastomère souple

   Les manchons sont, soit enfilés avant le montage des tuyauteries, soit fendus longitudinalement.

   Les manchons sont assemblés bout à bout et les joints sont recouverts d'une bande adhésive dont le recouvrement sera au minimum de 20 mm.

   Les plaques sont découpées suivant le développé de l'isolation.

   Les joints sont collés et recouverts d'une bande adhésive.

4. Isolation par verre cellulaire

   Lorsque des appareils ou tuyauteries sont soumis à de fortes vibrations ou à des variations de température importantes et fréquentes (variations > 2 °C/min), une couche d'anti-abrasif sera appliquée sur la face interne du verre cellulaire en contact avec les équipements. L'anti-abrasif ne sera appliqué que lors d'une pose à sec de l'isolant.

   L'enduction d'anti-abrasif doit être sèche lors de la mise en oeuvre du verre cellulaire.

   La fixation du verre cellulaire est réalisée conformément au paragraphe **" isolants** ".

b. Revêtements

Pour les circuits installés à l'extérieur, les isolants doivent être protégés contre l'action des intempéries et du rayonnement solaire.

La résistance mécanique du revêtement n'est pas prévue pour supporter une charge (circulation des personnes, chemins de câbles, autres tuyauteries, etc.).

Le choix du revêtement dépend des conditions définies dans le cahier des clauses spéciales de la présente norme.

1. Revêtement métallique

   Les tôles sont découpées aux dimensions voulues, percées, formées puis moulurées.

   Assemblage longitudinal

   Le joint longitudinal est assemblé :

   - soit par vis ou rivets,
   - soit par cerclage au moyen de feuillards métalliques de même nature que le revêtement.

   Les fixations, vis ou rivets, sont au nombre minimal de cinq par mètre.

   Il est prévu une fixation aux extrémités de chaque élément, hors recouvrement.

   Recouvrements

   Les recouvrements sont disposés de façon à éviter les entrées d'eau.

   - Installation extérieure

     Le recouvrement longitudinal minimal est de 30 mm.

     Sur les tuyauteries horizontales, le recouvrement longitudinal ne doit pas se trouver dans un secteur de 30° de part et d'autre de la génératrice supérieure de la tuyauterie.

     Sur les tuyauteries verticales, le sens de recouvrement longitudinal est placé à l'opposé de la direction des pluies dominantes.

     Le recouvrement circonférentiel est de 30 mm ; il peut s'effectuer moulure dans moulure jusqu'à un développement de 500 mm.

   - Installation intérieure

     Le recouvrement longitudinal s'effectue comme pour l'installation extérieure.

     Le recouvrement circonférentiel peut s'effectuer moulure dans moulure.

2. Revêtement par enduit plastique ou bitumineux

   L'enduit est armé d'une toile de verre ou polyester. Les arrêts d'isolation sont protégés.

   Les enduits bitumineux ne sont pas applicables en extérieur.

3. Revêtement composite polyester/verre

   Il s'agit de l'exécution in situ d'un complexe résine/tissu ou mat de verre revêtu d'un gel coat.

4. Revêtement par feuille PVC

   Sur des installations intérieures exclusivement, ce revêtement peut-être utilisé dans les cas où la température de surface de l'isolation est compatible avec ce matériau.

   Les recouvrements longitudinaux et circonférentiels sont au minimum de 20 mm.

5. Revêtement par enduit ciment

   L'enduit est armé d'un grillage triple torsion et lissé. Il est prévu des amorces de rupture pour absorber les éventuelles variations dimensionnelles.

6. Matériaux isolants pré-revêtus

   Se reporter aux fiches techniques des fabricants.

c. Points singuliers

1. Arrêts

   L'isolant et son revêtement sont arrêtés à une distance telle que le démontage et le remontage de la boulonnerie puissent s'effectuer normalement. Des collerettes sont disposées à chaque arrêt.

2. Joints de dilatation

   Selon la longueur à traiter et la température de service de la tuyauterie, il convient de prévoir un ou plusieurs joints de dilatation au droit de l'isolant et du revêtement. L'assemblage du revêtement est réalisé par recouvrement d'une moulure mâle (voir figure 1 et la représentation symbolique), d'une longueur minimale de 40 mm, les vis ou les rivets d'assemblage étant situés à l'extérieur de la partie coulissante.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

3. Pénétrations

   Toutes les pénétrations telles que pendards, supports, piquages, etc., sont traitées avec un mastic adapté.

4. Traversées de paroi

   Le système isolant de la tuyauterie est continu dans les traversées de parois.

5. Isolation des tuyauteries groupées

   Si les documents particuliers du marché (D.P.M.) le stipulent, les tuyauteries dont la température de service est identique et qui sont soumises à un même régime de fonctionnement, peuvent être regroupées sous une même isolation.

6.3.1.3 Coudes

a. Isolant

Les parties coudées sont isolées par :

- coquille, douelle curviligne ou trapézoïdale, nappe, découpées en segments au gabarit de la courbure,
- pièces préformées ou moulées.

La mise en place est assurée comme pour l'isolation des parties droites (voir paragraphe 6.1.1.2)

b. Revêtement

1. Métallique

   Le revêtement métallique est réalisé à partir d'éléments qui sont soit tracés, roulés, découpés et emboutis soit repoussés.

   L'assemblage longitudinal s'effectue par vis ou rivets.

   L'assemblage circonférentiel s'effectue moulure dans moulure.

   Le montage des segments de coude doit être effectué dans le sens de la goutte d'eau.

   Les fixations sont adaptées suivant le nombre de segments pour obtenir une rigidité équivalente à celles des parties droites.

2. Autres revêtements

   Ces revêtements sont décrits précédemment au paragraphe 6.3.1.2 b) " Revêtements ".

6.3.1.4 Tuyauteries tracées

Les tuyauteries tracées sont isolées par coquille, douelle, plaque ou nappe mises en oeuvre comme décrit au paragraphe 6.3.1.2 .

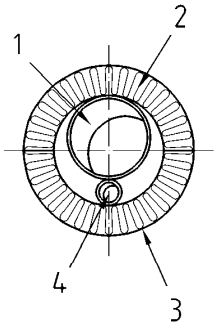
a. Traçage par vapeur ou fluide thermique

Les coquilles ou douelles sont choisies afin que le diamètre permette d'inclure, sans déformation, la tuyauterie et son traceur (voir figure 1).

Dans le cas d'emploi de nappes et afin d'éviter la présence d'isolant entre la tuyauterie et son traceur une feuille d'aluminium est enroulée autour de ceux-ci avant pose de l'isolant (voir figure 2).

> NOTE
> Pour améliorer l'échange thermique entre la tuyauterie et son traceur, il est conseillé d'appliquer un ciment conducteur autour du traceur.

Dans le cas où il est nécessaire de créer une chambre de chauffe annulaire, celle-ci est délimitée de manière concentrique à la tuyauterie à isoler.



Légende

1 Tuyauterie principale

2 Isolant : coquille

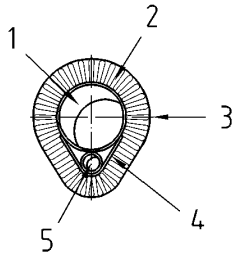
3 Revêtement

4 Tuyauterie traçante

Figure 1 - Exemple d'isolation tracée avec coquille

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/



Légende

1 Tuyauterie principale

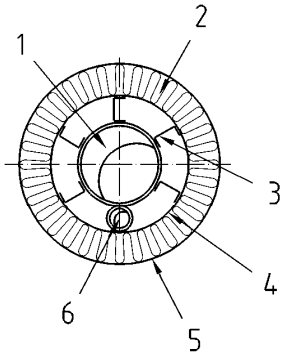
2 Isolant : nappe

3 Revêtement

4 Feuille aluminium

5 Tuyauterie traçante

Figure 2 - Exemple d'isolation d'une tuyauterie tracée avec nappe



Légende

1 Tuyauterie principale

2 Isolant

3 Entretoise

4 Tôle formant : Chambre de chauffe

5 Revêtement extérieur

6 Tuyauterie traçante

Figure 3 - Exemple d'isolation tracée avec chambre de chauffe annulaire

b. Traçage électrique

L'exécution de l'isolation et du revêtement doit tenir compte :

- de la préservation de l'intégrité de l'élément électrique chauffant (proscrire les chocs, écrasement, frottement ....),
- de la découpe du revêtement au niveau des arrêts d'isolation (collerettes par exemple),
- des découpes du revêtement au niveau des sorties froides de l'élément chauffant.

6.3.2 Isolation des accessoires

6.3.2.1 Généralités

L'isolation des accessoires est de type fixe ou démontable. Elle est réalisée au moyen de boîtiers métalliques rigides isolés ou de " matelas " isolants souples préfabriqués.

L'épaisseur de l'isolation est au moins égale à celle de l'isolation fixe adjacente. Les robinets assemblés par vissage ou soudage sont inclus dans l'isolation sans surépaisseur.

Sont classés parmi les accessoires :

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

- les brides,
- la robinetterie (vannes, robinets...),
- les filtres,
- les clapets,
- les joints de dilatation.

6.3.2.2 Boîtiers rigides

Les boîtiers sont exécutés avec une tôle d'épaisseur supérieure ou égale à celle de la tôle du revêtement de la tuyauterie adjacente (voir tableau 1).

L'assemblage des différents éléments est réalisé au moyen d'attaches à levier, de vis ou de rivets, métalliques compatibles avec le métal des boîtiers.

Il est nécessaire de renforcer la rigidité des boîtiers de grande dimension (longueur supérieure à 1 000 mm).

L'isolant est fixé mécaniquement à l'intérieur des éléments métalliques.

En extérieur, la partie supérieure des boîtiers est conçue pour éviter toute entrée d'eau.

6.3.2.3 Matelas isolants souples préfabriqués

Il s'agit d'éléments souples, capitonnés, sur mesure, composés d'une enveloppe en tissu garnie d'un isolant, l'ensemble étant adapté à la température de service.

Les matelas sont maintenus par crochets et fils de laçage, ou par bande auto agrippante, ou par tourniquets de bâche quart de tour, ou par sangles et boucles.

NOTE

Pour les matelas installés sur des accessoires situés à l'extérieur, des dispositions particulières sont prises afin de résister aux intempéries et au rayonnement solaire : choix de la nature de la toile, du fil de couture, et du plan de joint.

6.3.2.4 Accessoires de contrôle

L'isolation est assurée par un boîtier fixe ou démontable ou un matelas isolant souple préfabriqué comprenant, en façade, une fenêtre de visite. Le boîtier est conçu et isolé comme indiqué aux paragraphes 6.3.2.2 et 6.3.2.3 .

6.3.3 Isolation des appareils cylindriques

6.3.3.1 Armature support de revêtement

Les supports d'armature soudés sont à la charge des constructeurs des conduits et des appareils.

Les supports de revêtement de l'isolation thermique, soudés sur les appareils chaudronnés sont définis par la norme NF E 86-303 .

Les ceintures sur lesquelles le revêtement est fixé sont à la charge de l'isoleur. Elles sont constituées par des profils à froid. Les ceintures sont fixées aux supports soudés avec interposition d'un matériau de rupture de pont thermique (cale isolante). La conception et le montage des ceintures doivent permettre d'absorber les dilatations et nécessitent donc une étude spécifique.

6.3.3.2 Isolant

Le matériau isolant est choisi en fonction des conditions de service de l'équipement considéré et toutes dispositions sont prises pour éviter les risques de glissement et de tassement.

a. Panneaux et douelles

   Les panneaux et douelles sont jointifs et appliqués contre les parois des appareils. Les panneaux et douelles en laine minérale sont fixés par :

   - des feuillards à raison d'au moins deux par panneau à l'entraxe maximal de 500 mm,

     et/ou

   - des plaquettes à serrage rapide dans le cas d'emploi d'aiguilles, à raison de 8 à 10 au mètre carré.

   Les panneaux ou douelles rigides peuvent être collés lorsque la température de service le permet ou fixés par les moyens décrits ci-dessus. En cas d'isolation multicouches, les joints sont décalés et chaque couche est fixée séparément.

b. Nappes

   Les nappes sont appliquées contre les parois de l'appareil, comme le sont les panneaux.

   Les nappes grillagées sont liées entre elles par crochetages ponctuels, maille dans maille, ou par laçage au fil de fer de même nature que celui du grillage de la nappe.

   Les nappes revêtues de feuilles d'aluminium renforcées sont fixées comme décrit dans le paragraphe précédent " panneaux et douelles "

c. Plaques

   Les plaques sont posées de façon jointives sur les parois de l'appareil au moyen d'une colle adaptée à la nature du matériau, du support et des conditions de service ; les joints sont décalés et collés. En cas d'application multicouche, les joints sont croisés.

6.3.3.3 Revêtement

Tous les isolants sont protégés par un revêtement.

La résistance mécanique du revêtement n'est pas prévue pour supporter une charge (circulation des personnes, chemins de câbles, tuyauteries, etc.).

A l'extérieur, la fixation du revêtement doit tenir compte de l'exposition, de la région et du site, tels que décrits dans les règles neige et vent, règle NV 65 (référence DTU P 06-002) .

a. Revêtement métallique

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

1. Généralités

   Les épaisseurs minimales de tôles sont celles indiquées au paragraphe 6.1.2.3 .

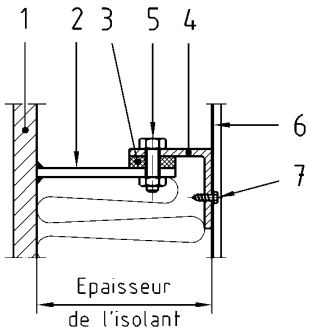
2. Virole ou partie cylindrique

   Les tôles sont assemblées par vis ou rivets.

   L'espace maximal entre points de fixation est de 250 mm.

   Les recouvrements sont exécutés de façon à éviter les entrées d'eau.

   Dans le cas où les ceintures ne sont pas séparées thermiquement des supports soudés (voir 6.3.3.1), la discontinuité thermique entre l'armature et le revêtement est assurée par l'interposition d'un matériau de rupture de pont thermique (à titre d'exemple, voir les figures 4 et 5).



Légende

1 Virole de l'appareil

2 Entretoise

3 Cale isolante

4 Cerce support

5 Boulon

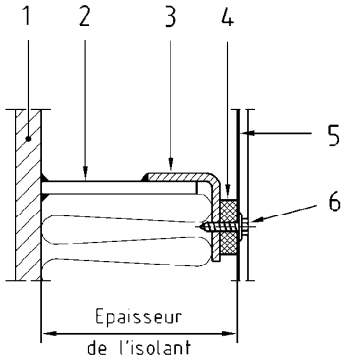
6 Tôle de protection

7 Vis de fixation

Figure 4 - Exemple de rupture de pont thermique entre armature et revêtement par cale isolante

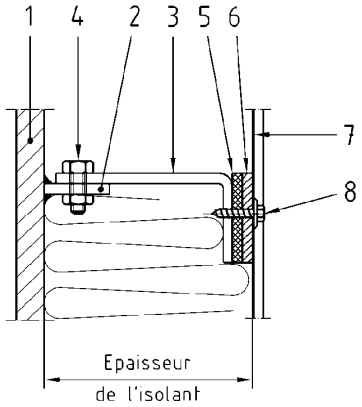
https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/



Légende

1 Virole de l'appareil
2 Entretoise
3 Cerce support
4 Cale isolante
5 Tôle de protection
6 Vis de fixation



Légende

1 Virole de l'appareil
2 Taquet soudé sur l'appareil
3 Distanceur
4 Boulon
5 Cale isolante
6 Cerce support fer plat ou profilé
7 Tôle de protection
8 Vis de fixation

Figure 5 - Exemples de rupture de pont thermique entre armature et revêtement par cale isolante dans le cas où le revêtement est fixé sur une armature

Si le revêtement est fixé sur une armature, il doit pouvoir suivre les mouvements de l'armature (voir paragraphe 6.3.3.1).

Si le revêtement n'est pas fixé sur une armature, les variations dimensionnelles de celui-ci sont absorbées par des recouvrements coulissants.

3. Fond

Suivant la forme et les dimensions du fond, le revêtement est exécuté en forme :

- plate,
- conique,
- bombée

Dans ce dernier cas, il est exécuté :

- soit en segments (tranches),
- soit par repoussage ou emboutissage.

b. Revêtement composite polyester/verre

Il s'agit de l'exécution in situ d'un complexe résine/tissu ou mat de verre revêtu d'un gel coat.

c. Revêtement par enduit ciment

L'enduit armé d'un grillage triple torsion est lissé.

Il est prévu des amorces de rupture pour absorber les éventuelles variations dimensionnelles.

Lorsqu'il y a risque de projection d'huile ou d'hydrocarbure, le ciment est protégé par un enduit résistant aux hydrocarbures.

d. Revêtement par enduit plastique ou bitumineux

L'enduit est armé d'une toile de verre ou polyester. Les arrêts d'isolation sont protégés par continuité du revêtement.

Les enduits bitumineux ne sont pas utilisables en extérieur.

6.3.3.4 Points singuliers

a. Plaques et timbres

Les plaques signalétiques et/ou timbres du service des mines soudés sur l'appareil sont laissés apparents.

b. Supports et pieds

Les supports et les pieds ne sont pas isolés (sauf si les Documents Particuliers au Marché stipulent le contraire).

c. Pénétrations

Toutes les pénétrations telles que pendards, supports, piquages, etc., sont traitées avec un mastic adapté.

d. Brides, trous d'homme, fonds d'échangeurs

Les brides, trous d'homme et fonds d'échangeurs sont isolés au moyen de capots amovibles (sauf prescriptions

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

différentes dans les D.P.M.). L'isolation est fixe ou démontable.

En extérieur, la partie supérieure des capots est conçue pour éviter les entrées d'eau.

6.3.4 Isolation des appareils non cylindriques

Il s'agit d'appareils de section polygonale ou de structure polyédrique présentant des faces planes (conduits, chaudières, électrofiltres, économiseurs).

6.3.4.1 Armature support de revêtement

Les supports d'armature soudés sont à la charge des constructeurs des appareils.

Les supports de revêtement de l'isolation thermique soudés sur les appareils chaudronnés sont définis par la norme NF E 86-303 .

Les ceintures sur lesquelles le revêtement est fixé sont à la charge l'isoleur. Elles sont constituées par des profils à froid.

Les ceintures sont fixées aux supports soudés avec interposition d'un matériau de rupture thermique (cale isolante).

Le montage des ceintures doit permettre d'absorber les dilatations et nécessite donc une étude spécifique.

6.3.4.2 Isolant

L'isolant est constitué de nappes revêtues d'un grillage métallique ou d'une feuille d'aluminium renforcée, de panneaux, de plaques ou d'isolant en vrac.

Les isolants sont appliqués au contact direct du subjectile

La continuité de l'isolation est assurée au droit des raidisseurs des conduits et des appareils

6.3.4.3 Revêtement

a. Tôles planes

Les tôles planes utilisées comme revêtement, peuvent être raidies par pliage ou par agrafage debout simple (à titre d'exemple, voir figure 6).

Les tôles planes sont bordées et leur recouvrement minimal est de 50 mm.

Le revêtement est fixé sur la ceinture comme indiqué au paragraphe 6.3.3.3 .

Dimension en millimètres

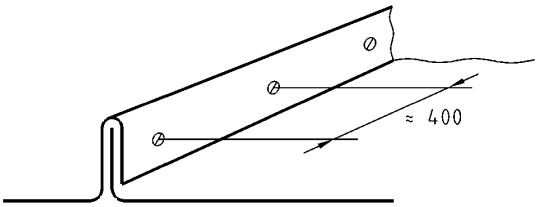


Figure 6 - Agrafage debout simple

Les épaisseurs minimales des tôles planes sont celles indiquées dans le tableau 1 [paragraphe 6.1.1.1 c)].

Les tôles en face verticale et en face inférieure sont bordées et leur recouvrement minimal est de 50 mm.

Les tôles de la face supérieure sont disposées suivant une pente suffisante à l'écoulement des eaux de ruissellement.

Les recouvrements transversaux à la pente, sont de 100 mm au minimum.

b. Tôles nervurées et ondulées

Le sens de recouvrement des tôles nervurées et ondulées tient compte des vents dominants.

Le recouvrement longitudinal est d'au moins une onde et s'obtient par superposition des nervures de rive de deux profils contigüs.

Les tôles de la face supérieure sont disposées suivant une pente minimale dépendant de la hauteur de la nervure et de la situation géographique (règle NV 65 réf. DTU P 06-002).

c. Revêtement par enduit ciment

L'enduit armé d'un grillage triple torsion est lissé. Il est prévu des amorces de rupture pour absorber les éventuelles variations dimensionnelles.

d. Revêtement par enduit plastique ou bitumineux

L'enduit est armé d'une toile de verre ou polyester. Les arrêts d'isolation sont protégés par continuité du revêtement.

Les enduits bitumineux ne sont pas applicables en extérieur.

6.3.4.4 Points singuliers

a. Portes de visite et trappes

Les portes de visite et trappes sont isolées au moyen de capots amovibles (sauf prescriptions différentes dans les Documents Particuliers du Marché).

L'isolation est fixe ou démontable.

En extérieur, la partie supérieure des capots est conçue pour éviter toute entrée d'eau.

b. Raccordement des parties horizontales et verticales

Tous les angles sont exécutés de façon à éviter les entrées d'eau.

6.3.5 Isolation des réservoirs

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Le présent paragraphe concerne les réservoirs cylindriques à axe vertical de diamètre supérieur à 5 mètres. Les réservoirs de diamètre inférieur sont traités en tant qu'appareils (voir paragraphe 6.3.3). L'isolation est exécutée à l'aide de nappes revêtues de grillage ou de feuille aluminium renforcée, de panneaux ou plaques.

Il existe des techniques particulières d'isolation par projection, injection ou par systèmes d'isolation préfabriqués qui ne sont pas traitées dans ce document.

6.3.5.1 Armature support de revêtement

Les supports de revêtement de l'isolation thermique, soudés sur les appareils chaudronnés, sont définis par la norme NF E 86-303 .

Les supports d'armature soudés sont à la charge des constructeurs des réservoirs.

Les ceintures sur lesquelles le revêtement est fixé sont à la charge de l'isoleur. Elles sont constituées par des profils à froid. Les ceintures sont fixées aux supports soudés avec interposition d'un matériau de rupture de pont thermique.

Le montage des ceintures doit permettre d'absorber les dilatations.

6.3.5.2 Isolant

Les éléments de matériaux isolants tels que panneaux, nappes, plaques, sont posés jointifs. Dans le cas de pose en multicouche, les joints sont décalés et chaque couche est fixée séparément.

a. Virole ou partie cylindrique
   1. Panneaux et douelles

      Ils sont placés jointifs et appliqués contre les parois des appareils.

      Les panneaux et douelles en laine minérale sont fixés :
      - soit par des feuillards à raison d'au moins deux par panneaux à l'entraxe maximal de 500 mm,
      - soit par des plaquettes à serrage rapide dans le cas d'emploi d'aiguilles, à raison de 8 à 10 au mètre carré.

      Les panneaux ou douelles rigides peuvent être collés lorsque la température de service le permet ou fixés par les moyens décrits ci-dessus.

      En cas d'isolation multicouches, les joints sont décalés et chaque couche est fixée séparément.
   2. Nappes

      Elles sont placées jointives et appliquées contre les parois des appareils.

      Les nappes grillagées sont liées entre elles par crochetages ponctuels maille dans maille ou par laçage au fil de fer galvanisé. Avec un grillage en acier inoxydable, on utilise un fil en acier inoxydable.

      Les nappes revêtues de feuilles d'aluminium renforcées sont fixées comme décrit dans le paragraphe ci-dessus " Panneaux et douelles ".
   3. Plaques

      Les plaques sont posées jointives sur les parois de l'appareil au moyen d'une colle adaptée à la nature du matériau, du support et aux conditions de service.

      Les joints sont également décalés et collés.

      En cas d'application multicouches, les joints sont croisés.
b. Toit

   Le toit est isolé par nappes, panneaux ou plaques. L'armature support de revêtement, lorsqu'elle existe, permet le maintien du matériau isolant.

   Dans le cas contraire, le matériau isolant est fixé comme indiqué ci-dessus (voir paragraphe " Nappes ").

6.3.5.3 Revêtement

Le revêtement est réalisé :
- soit en tôles planes ou nervurées fixées sur les ceintures. L'assemblage des rangées successives de tôles tient compte des phénomènes de dilatation,
- soit par enduit.

a. Virole ou partie cylindrique
   1. Tôles planes

      Les tôles lisses sont découpées aux dimensions voulues, percées, roulées et moulurées.

      Les recouvrements minimaux sur génératrices et directrices sont de 50 mm.

      Les tôles sont assemblées par vis ou rivets.

      L'espace maximal entre points de fixation est de 250 mm.

      Les recouvrements sont exécutés de façon à éviter les entrées d'eau.

      Dans le cas où les ceintures ne sont pas séparées thermiquement des supports soudés (voir 6.3.3.1), la discontinuité thermique entre l'armature et le revêtement est assurée par l'interposition d'un matériau de rupture thermique (à titre d'exemple voir les figures 4 et 5).
   2. Tôles nervurées

      Le recouvrement des ondes verticales tient compte du vent dominant.

      Le recouvrement longitudinal est d'au moins une onde .

      Les fixations sont placées en fond d'onde, en fonction du profil avec au minimum cinq fixations par tôles en partie haute et basse et trois fixations sur les ceintures intermédiaires.

      Le recouvrement transversal est d'au moins 100 mm.
   3. Revêtement par enduit plastique ou bitumineux

      L'enduit est armé de toile de verre ou polyester.
b. Toit

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

1. Tôles planes

   Le revêtement est réalisé en tôles planes découpées suivant épure et disposé radialement.

   Les tôles sont séparées de l'armature par un matériau de rupture de pont thermique.

   La fixation des tôles sur l'armature s'effectue par vis auto-taraudeuses munies de rondelles d'étanchéité disposées tous les 150 mm. Les tôles sont fixées entre elles par vis avec rondelles d'étanchéité ou rivets écartés tous les 150 mm. Le recouvrement circonférentiel (bout à bout) minimal est de 200 mm avec double cordon d'étanchéité pour les pentes inférieures à 25 cm/m (voir figure 7).

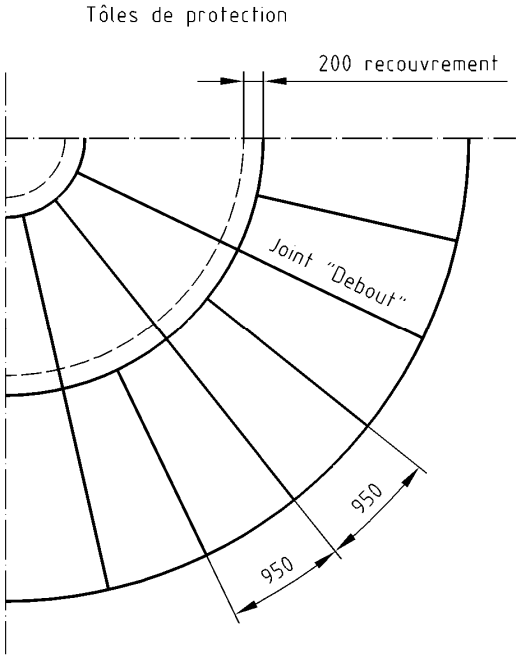


Figure 7 - Exemple de recouvrement longitudinal (radial)

   Pour les toits plats et coniques, les tôles sont assemblées par agrafage debout de 25 mm de hauteur (voir annexe A figures 22.1 - 22.2).

   Pour les toits bombés, les tôles sont assemblées suivant la figure 21.2 de l'annexe A . Le recouvrement est de 50 mm minimum avec interposition de mastic d'étanchéité.

2. Revêtement par enduit

   Voir paragraphe 6.1.3.2 .

L'enduit est armé d'une toile de verre ou polyester.

6.3.5.4 Points singuliers

a. Liaison toit - virole

   Les tôles périphériques du revêtement du toit comprennent une retombée verticale d'au moins 250 mm exécutée au moyen d'une bande métallique raccordée par agrafage simple ou double.

   Lorsque le toit du réservoir n'est pas calorifugé, le constructeur du réservoir mettra en place un profil soudé en continu tout autour de la virole en partie haute ; la longueur de l'aile horizontale sera égale à l'épaisseur de l'isolant et de son revêtement métallique, augmentée au minimum de 30 mm (pour permettre la mise en place de tôle plane ou nervurée en virole).

   Lorsque l'isolation de la virole est partielle, le constructeur procédera suivant le procédé ci-dessus :

b. Partie basse

   Soit la partie basse de la virole est laissée libre et l'isolant est arrêté à 100 mm du sol sur une bavette soudée par le constructeur du réservoir (voir figure 8A).

   Soit la partie basse de la virole est laissée libre et l'isolant arrêté à 100 mm du sol est protégé par une bavette fixée par l'isoleur sur le revêtement ; dans ce cas la partie basse de la virole est revêtue par un enduit sur une hauteur de 200 mm (voir figure 8B).

   Soit la partie basse de la virole est isolée depuis le sol sur une hauteur de 100 mm minimum à l'aide de verre cellulaire et le revêtement est prolongé jusqu'à 50 mm du sol. (voir figure 8 C).

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

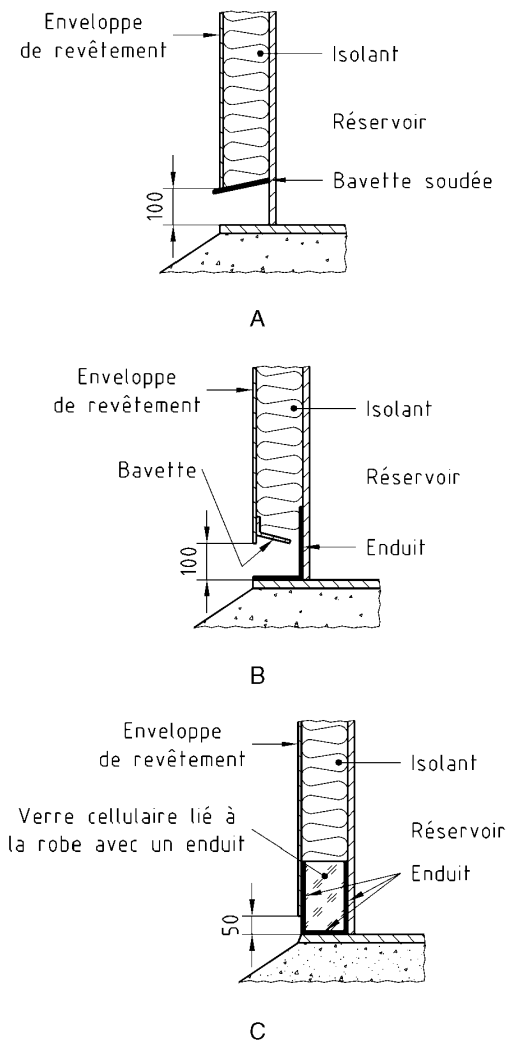


Figure 8 - Exemples d'isolation en partie basse pour éviter les remontées par capillarité

c. Trous d'homme, trous de poing

Ils sont isolés au moyen de capots amovibles (sauf prescriptions différentes dans les D.P.M.).

En extérieur, la partie supérieure des capots est conçue pour éviter les entrées d'eau.

d. Pénétrations

Toutes les pénétrations (supports, piquages, etc.) sont traitées avec un mastic.

e. Accès divers

L'espace entre la paroi du réservoir et le limon intérieur des escaliers doit être supérieur à l'épaisseur d'isolation, revêtement compris, augmenté au minimum de 30 mm.

Au droit des supports d'escaliers, de passerelles, de tuyauteries et d'accessoires, l'étanchéité à l'eau du revêtement métallique est assurée par la pose d'une collerette de même nature que le revêtement avec cordon d'étanchéité.

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

7 Mise en service - entretien

Cet article fait l'objet d'une notice jointe en annexe C .

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Annexe A (informative) Terminologie relative au travail de la tôle

1		**Préparation d'assemblages**	12.3		Bord abattu en Z retour extérieur
11		Plis	12.4		Bord relevé en L renforcé
11.1		Pli à 90° abattu en L	12.5		Bord relevé en U renforcé
11.2		Pli à 90° relevé en L	**13**		**Moulures**
11.3		Pli écrasé simple rabat	13.1		Moulure femelle
11.4		Pli ouvert simple rabat	13.2		Moulure mâle
11.5		Pli relevé extérieur	13.3		Moulure en U femelle
11.6		Pli relevé intérieur	13.4		Moulure en U mâle
11.7		Pli écrasé double rabat	**14**		**Soyage**
11.8		Pli «Pittsburgh»	14.1		Soyage interne
12		**Bords**	14.2		Soyage externe
12.1		Bord tombé	**15**		**Pièce d'assemblage**
12.2		Bord abattu en U retour intérieur	15.1		Pontet — Cavalier

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

15.2		Glissière	22.5		Agrafage d'angle
16		**Façonnage**	22.6		Agrafage d'angle avec pli ouvert
16.1		Pointe de diamant	22.7		Agrafage d'angle avec pli et relevé intérieur
2		**Assemblages**	22.8		Agrafage d'angle avec double pli
2.1		Assemblage par recouvrement	22.9		Agrafage d'angle «Pittsburgh»
21.1		Moulure mâle	22.10		Agrafage avec glissière
21.2		Moulure mâle-femelle avec recouvrement			
21.3		Moulure mâle-femelle			
21.4		Moulure mâle avec recouvrement plat			
21.5		Moulure mâle avec recouvrement plat et cordon d'étanchéité			
21.6		Assemblage avec rétreint			
22		Assemblage par agrafage			
22.1		Agrafage debout simple			
22.2		Agrafage debout avec recouvrement			
22.3		Agrafage à plat interne			
22.4		Agrafage à plat avec double pli ouvert			

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Annexe B (informative) Epaisseurs d'isolation fréquemment utilisées

Les tableaux ci-après sont donnés à titre indicatif.

Les épaisseurs d'isolation se calculent à partir d'éléments que le maître d'ouvrage ou le maître d'oeuvre doit transmettre à l'isoleur.

CONSERVATION DE LA CHALEUR											
Vent nul	t° ambiante = 20 °C			Matériaux : **LAINE MINÉRALE**			ép. en mm			Finition métallique	
DN en mm	ti en °C	< 100	< 150	< 200	< 250	< 300	< 350	< 400	< 450	< 500	< 550	< 650
15		30	40	50	50	60	60	70	70	80	90	90
20		30	40	50	50	60	60	70	80	80	90	100
25		40	40	50	60	60	70	70	80	90	100	100
40		40	50	50	60	70	70	80	90	100	100	110
50		40	50	60	60	70	80	80	90	100	110	120
80		40	50	60	70	70	80	90	100	110	120	130
100		40	50	60	70	80	90	100	110	110	130	140
150		50	60	70	80	80	90	100	110	120	140	150
200		50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	160
250		50	60	70	80	90	100	110	120	140	150	160
300		50	60	70	80	90	100	110	130	140	150	170
350		50	60	70	80	90	100	120	130	140	160	170
400		50	60	70	80	90	110	120	130	140	160	170
450		50	60	80	90	100	110	120	130	150	160	180
500		50	70	80	90	100	110	120	140	150	160	180
Surface plane		50	70	80	90	100	120	130	150	160	180	200
ti : Température de service DN : Diamètre nominal												

Tableau B.1 - Conservation de la chaleur : épaisseurs pour isolation en laine minérale

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

CONSERVATION DU FROID t° ambiante = 25 °C HR = 65 % Matériaux : **POLYISOCYANURATE** ép. en mm Masse volumique = 40 kg par m^3				
ti en °C DN en mm	**t comprise entre 0/ – 20**	**t comprise entre – 20/– 40**	**t comprise entre – 40/– 60**	**t comprise entre – 60/– 80**
15	50	50	50	50
20	50	50	50	50
25	50	50	50	60
40	50	50	50	60
50	50	50	50	60
80	50	50	60	70
100	50	50	60	70
150	50	50	70	80
200	50	60	70	80
250	50	60	70	80
300	50	60	70	80
350	50	60	70	80
400	50	60	70	90
450	50	60	70	90
500	50	60	70	90
Surface plane	60	60	80	90
ti : Température de service DN : Diamètre nominal				

Tableau B.2 - Conservation du froid : épaisseurs pour isolation en polyisocyanurate

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

CONSERVATION DU FROID T° ambiante = 25 °C HR = 65 % Matériaux : **VERRE CELLULAIRE** ép. en mm Masse volumique = 110 kg par m^3				
ti en °C DN en mm	**t comprise entre 0/ – 20**	**t comprise entre – 20/– 40**	**t comprise entre – 40/– 60**	**t comprise entre – 60/– 80**
15	50	50	60	70
20	50	60	70	80
25	50	60	70	80
40	50	60	80	90
50	50	70	80	90
80	60	70	90	100
100	60	80	90	110
150	60	80	100	110
200	60	90	100	120
250	70	90	110	120
300	70	90	110	130
350	70	90	110	110
400	70	90	110	130
450	70	90	120	140
500	70	90	120	140
Surface plane	70	100	130	150
ti : Température de service DN : Diamètre nominal				

Tableau B.3 - Conservation du froid : épaisseurs pour isolation en verre cellulaire

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

CONSERVATION DU FROID T° ambiante = 25 °C HR = 65 % Matériaux : **polystyrène extrudé** ép. en mm		
DN en mm	**T°** 0/– 20	**T°** – 20/– 40
15	50	50
20	50	50
25	50	50
40	50	50
50	50	50
80	50	60
100	50	60
150	50	60
200	50	50
250	60	70
300	60	70
350	60	80
400	60	80
450	60	80
500	60	80
Surface plane	60	80

Tableau B.4 - Conservation du froid : épaisseurs pour isolation en polystyrène extrudé

https://www.engcopilot.com/

https://www.engcopilot.com/

Annexe C (informative) Notice d'entretien

C.1 Objet

Cette notice a pour but de rappeler les principes concernant des systèmes d'isolation thermique des circuits, appareils et accessoires décrits dans les documents de référence en vigueur (normes, DTU et règles professionnelles).

L'isolation réalisée correspond à une conception du process industriel. Toute modification apportée aux conditions initiales nécessite un examen du système d'isolation pour s'assurer de son adaptation aux nouvelles conditions.

C.2 Généralités

L'isolant, pour remplir pleinement sa fonction, doit rester dans son état initial, c'est à dire non déformé et sec. Toute détérioration du revêtement de protection est un symptôme de dégradation de l'isolant et présente un risque d'humidification. Le propriétaire de l'installation veille à contrôler régulièrement la qualité du système d'isolation et s'assure que la fréquence d'intervention est la plus adaptée possible à la situation.

NOTE
Tout isolant mouillé doit être remplacé, son séchage serait illusoire.

C.3 Intervention sur l'installation

Lorsque l'isolation a été réalisée au moyen de matériaux préformés ou préfabriqués, et en prévisions de leur réemploi, ces matériaux doivent être déposés et entreposés soigneusement à l'abri des intempéries.

Leur réemploi doit être validé par un contrôle préalable réalisé par l'entreprise d'isolation.

Le remontage doit être effectué à l'identique de la première monte avec le même soin pour éviter les pénétrations d'eau ou reconstituer l'étanchéité.

C.4 Dégradations apparentes à la surface du revêtement

C.4.1 Ecrasement de l'isolation

Les isolants et revêtements écrasés doivent être remplacés.

C.4.2 Fissures

Le traitement d'une fissure apparente du revêtement peut s'avérer insuffisant. Une étude spécifique est nécessaire.

C.4.3 Corrosion du revêtement métallique

Des dépôts et écoulements peuvent corroder le revêtement et, dans certains cas, imbiber et contaminer l'isolant pouvant aller jusqu'à provoquer une auto-inflammation ou des corrosions sous isolation.

C.4.4 Joints et arrêts d'isolation

Les variations dimensionnelles (dilatation, contraction) résultant du régime de fonctionnement de l'installation entraînent des contraintes dont la fréquence peut provoquer la rupture des joints.

Les joints sont des points faibles du système d'isolation et doivent être régulièrement contrôlés.

C.5 Matériaux de réparations

Toute réparation s'effectue au moyen de matériaux adaptés aux conditions de service.

C.6 Conclusion

Le bon usage et le maintien en bon état de l'isolation préservent la durabilité des investissements.

Pour un contrat de contrôle périodique, consultez votre entreprise d'isolation qualifiée.

Les entretiens n'entrent pas dans le cadre des garanties.

© AFNOR 2006 - Imprimé par VINCI CONSTRUCTION FRANCE le 26/12/2013

https://www.engcopilot.com/